Ueber

Verwitterungs-Vorgänge

bei

krystallinischen und Sedimentär-Gesteinen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde,

vorgelegt

der

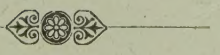
hohen philosophischen Fakultät der Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

von

Ludwig Bissinger

aus

Erlangen.



Kempten.
Buchdruckerei der Jos. Kösel'schen Buchhandlung.
1894.

Ueber

Verwitterungs-Vorgänge

bei

krystallinischen und Sedimentär-Gesteinen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde,

vorgelegt

der

hohen philosophischen Fakultät der Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

von

Ludwig Bissinger

aus

Erlangen.

Kempten.
Buchdruckerei der Jos. Kösel'schen Buchhandlung.
1894.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535711_0152

Meinem lieben Vater

in

Dankbarkeit

gewidmet.

Schon im Jahre 1879 teilte Professor Dr. Hilger in den „Landwirtschaftlichen Jahrbüchern“* die Resultate einer Reihe von Verwitterungsvorgängen, die sich auf den mechanischen Zerfall verschiedener zur Verwendung gelangter Gesteine bezogen, mit.

Diese Versuchsreihen bezweckten die Lösung verschiedener für die Landwirtschaft wie auch für die Kenntniss der Verwitterung von Gesteinsarten überhaupt in Betracht kommender Fragen, und es fanden bei der Ausführung dieser Verwitterungsversuche besonders nachstehende Fragen Berücksichtigung:

I. In welcher Weise findet der mechanische Zerfall statt von Gesteinsstücken möglichst gleicher Grösse und verschiedener chemischer Zusammensetzung, welche aus Material hergestellt sind, das noch nie mit der Luft direkt in Berührung war, und zwar bei gleichen meteorologischen Verhältnissen?

II. In welcher Weise verläuft der chemische Zerfall derselben Gesteine? Welche Aenderungen erleidet die chemische Zusammensetzung im Laufe des Verwitterungsprozesses?

III. Welche Wirkungen veranlassen die meteorologischen Niederschläge, Regen, Schnee etc. hinsichtlich ihrer lösenden Wirkung auf das Gestein?

Zur Klarstellung und Lösung dieser eben erwähnten Fragen wurden seit obengenanntem Jahre auf's Neue mehrere Male in verschiedenen Zeiträumen Untersuchungen angestellt.

Den letzten Beitrag zur Kenntniss dieser Vorgänge lieferte Schütze im Jahre 1884. Die verschiedenen im Nach-

---

* Band VIII S. 1.

stehenden mitgeteilten Gesteinsarten, die bereits früher denselben Versuchen gedient hatten, waren nach einer weiteren sechsjährigen Einwirkung der Atmosphärilien auf dieselben der Untersuchung unterstellt und sind die damals gewonnenen Resultate in den beigegebenen Tabellen zu finden.

Um zu untersuchen, inwieweit der Zerfall und die chemische Veränderung und Umsetzung in den letzten acht Jahren vorgeschritten ist, unternahm ich es auf Anregung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Hofrat Professor Dr. A. Hilger, diese Fragen zu prüfen und teile im Nachstehenden die Ergebnisse meiner Untersuchungen mit.

Das Untersuchungsmaterial, das zu diesen Versuchen Verwendung fand, bestand aus folgenden Gesteinsarten:

1. Personatussandstein, aus dem braunen Jura des fränkischen Jurazuges, einem Steinbruche des „Hetzlas“ entnommen;

2. Jurakalk, aus derselben Fundstätte stammend, einem Steinbruche desselben Berges „Hetzlas“, direkt über den Personatusschichten gelagert;

3. Stubensandstein, einem Steinbruche des Burgberges, der nächsten Nähe Erlangens, entnommen;

4. Glimmerschiefer, von Munzing bei Meissen im Erzgebirge stammend.

Sämtliche Gesteine wurden zerkleinert und in möglichst gleichmässige Stücke gebracht mit der Sorgfalt, dass alle feinpulverigen Teile, Staub, beseitigt waren. Bei Stuben- und Personatussandstein hatten die einzelnen Stücke einen Durchmesser von 10—20 mm., bei Glimmerschiefer und Jurakalk von $4^1/_2$ bis $6^1/_2$ mm.

Die so vorbereiteten Steinmassen wurden am 1. Juni 1875 in abgewogenen Quantitäten in Zinkkästen gleicher Grösse und Beschaffenheit in jeder Hinsicht gebracht und an einem Orte, frei von jeder Beschattung, im Freien aufgestellt. — Die Konstruktion des Kastens zur Aufnahme der Gesteine, aus starkem Zinkblech gefertigt, ist folgender:

Der Kasten besteht aus drei Teilen, dem Hauptteile zur Aufnahme der Gesteintsstücke (von 18,432 ccm. Inhalt und 1000 qcm. Oberfläche), der unteren Abteilung zur Aufnahme der Menge der meteorologischen Niederschläge, welche durch die Gesteinsschichten dringen, und einem Rahmen, ebenfalls von Zinkblech, dazu bestimmt, ein über den Hauptteil gespanntes Baumwolltuch mit feinen Oeffnungen festzuhalten, welches das Einfallen von Blättern, Russ, gröberem Sand etc. in die Gesteinsmassen verhindern sollte. Auf der Bodenfläche des Hauptteiles befand sich in der Mitte ein Sieb mit Oeffnungen von der Grösse des Feinerdesiebes behufs Abflusses des meteorologischen Wassers und allenfalls gebildeter durchfallender Feinerde; ausserdem war die Basis des Hauptbehälters mit einem Dache versehen, um das Eindringen des Regenwassers von aussen in den unteren Abteilungsbehälter zu verhindern.

Seit dem 1. Juni 1875 wurden täglich Temperaturbestimmungen der Luft (um 7 Uhr, 1 Uhr und Abends 7 Uhr), seit 1877 auch Bestimmungen des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft, auch Bestimmungen der Regenmenge, sowie der Windrichtung vorgenommen, und zwar in dem den Kasten nahe gelegenen botanischen Garten der Universität.

Nach Verlauf eines Jahres wurden die Gesteinsmassen sodann einer mechanischen Trennung mittelst der Knop'schen Bodensiebe unterzogen, die Feinerde ebenso getrennt und die Gewichtsmengen dieser Produkte des Zerfalls festgestellt. Die Mengen der atmosphärischen Niederschläge, in jedem einzelnen Kasten angesammelt, wurden von Zeit zu Zeit entleert, eingedampft, um am Schlusse des Jahres ein Bild über die Gesammtmenge der in diesem Wasser gelösten Bestandteile zu erhalten, welch letztere quantitativ bestimmt wurden.

Die chemische Zusammensetzung der Gesteine wurde vor Beginn der Versuche durch quantitative Analysen ermittelt. Weitere quantitative Bestimmungen wurden vorgenommen mit der gebildeten Feinerde, und ausserdem auch mit jener Feinerde, welche durch das Sieb des Behälters durchgegangen und längere Zeit mit dem Regenwasser in Berührung war.

Die Regenmengen, welche in dem Zinkkasten sich ansammelten und durch die Gesteinsmassen durchgedrungen waren, wurden vom 1. Juni 1875 bis 13. Juni 1880 von Zeit zu Zeit verdampft, um die Gesammtmenge der im Regenwasser gelösten Bestandteile zu erfahren.

Diese Versuchsbedingungen sind bis zu diesem Jahre im Wesentlichen eingehalten worden; auch gelangten dieselben Untersuchungen, wie sie von Schütze das letzte Mal im Jahre 1884 angewandt wurden, zur Ausführung. Ausserdem aber wurden von mir auch noch das ursprüngliche Gestein (in meinen Resultaten als Siebrückstand I bezeichnet), welches seit dem Jahre 1875 nicht mehr zur Untersuchung gekommen ist, ferner die Feinerde, die bei der letzten Untersuchung im Jahre 1884 nicht in Betracht gezogen wurde, einer Untersuchung unterstellt.

Die in den Tabellen geführte Bezeichnung „Schlämmmehl" entspricht dem durch Schlämme aus der Feinerde genommenen Material.

A. Mechanischer Zerfall.

Charakteristik der ursprünglich angewandten Gesteine:

Der zu diesen Versuchen zur Verwendung gelangte Personatussandstein, aus einem Steinbruche des „Hetzlas" entnommen, zeigt eine gelbe Farbe, ein weiches, feinkörniges Gefüge mit nur wenigen weissen Glimmerblättchen und kleinen, mit meist abgerundeten Kanten versehenen Quarzkörnern.

Der Jurakalk stammt aus den untersten Schichten des unmittelbar über dem Personatussandstein gelegenen weissen Jura. In dem grauweissen Gestein befinden sich mikroskopisch zu beobachtende kleine und grosse Kalkspath-Krystalle.

Der Stubensandstein ist aus den oberen Schichten des in der Nähe von Erlangen mächtig entwickelten Keupers entnommen, und zwar aus einem Steinbruche am Burgberge. Er

ist von dem charakteristischen, grobkörnigem Gefüge, mit meist scharfkantigen Quarzkörnern von weisser Farbe und weicher Beschaffenheit.

Der Glimmerschiefer entstammt dem sächsischen Erzgebirge, und zwar der Gegend von Munzing bei Meissen.

Die Feststellung des Grades der mechanischen Verwitterung geschah, wie bereits erwähnt, durch Sonderung der verschiedenen Körner des Gesteins mittelst der Knop'schen Bodensiebe, wobei bemerkt wird, dass die Bezeichnung „Feinerde" sich auf jenes Material bezieht, welches durch das Sieb V ($^1/_2$ mm. Maschenweite) durchgegangen war.

Tabelle I.

Mechanischer Zerfall.

Personatussandstein.

Knop'sche Bodensiebe	Angewandt wurden 20,501 kg.								Angewdt. w. 10 kg.	
	1. Juni 1876		1. Juni 1877		1. Juni 1878		1. Juni 1884*		1. Juni 1892	
Rückstand	kg.	pCt	kg.	pCt.	kg.	pCt.	kg.	pCt.	kg.	pCt.
I. Maschenweite $6^1/_2$ mm. ursprüngliche Grösse	9,966	48,6	9,61	46,8	9,517	46,4	6,879	33,56	2,30	23.0
II. Maschenweite $4^1/_2$ mm.	6,893	33,6	5,652	27,5	3,621	17,6	5,243	25,57	1,45	14,5
III. Maschenweite 2 mm.	0,692	3,3	0,581	2,8	1,100	5,0	1,386	6,76	0,69	6,9
IV. Maschenweite 1 mm.	0,062	0,03	0,055	0,27	0,203	0,99	0,181	0,88	0,10	1,0
V. Maschenweite $^1/_2$ mm.	0,027	0,13	0,033	0,16	0,058	0,28	0,065	0,32	0,12	1,2
Feinerde	2,860	13,9	4,570	22,3	5,002	24,4	6,402	31,03	5,30	53,0

* Bei den Zinkkästen, in welchen der Personatussandstein sich befand, war der zweite Kasten schadhaft geworden, wodurch sich leider ein grössorer Verlust ergeben hat.

Jurakalk.

Siebrückstand	1876		1877		1878		1884		1892	
	kg.	pCt.	kg.	pCt.	kg.	pCt.	kg.	pCt.	kg.	pCt.
II.	23,767	96,66	23,700	96,6	23,660	96,6	23,411	95,21	18,10	90,5
III.	0,774	3,1	0,800	3,2	0,828	3,3	1,45	4,25	1,03	5,15
IV.	0,018	0,07	0,019	0,08	0,028	0,11	0,029		0,42	2,1
V.	0,010	0,04	0,035	0,14	0,014	0,05	0,026	0,39	0,155	0,77
Feinerde	0,019	0,08	0,036	0,15	0,060	0,23	0,0289		0,215	1,7

Stubensandstein.

Siebrückstand	1876		1877		1878		1884		1892	
	kg.	pCt.	kg.	pCt.	kg.	pCt.	kg.	pCt.	kg.	pCt.
I.	10,31	51,9	8,462	42,6	6,767	34,2	4,209	21,21	2,10	14,0
II.	2,709	13,6	2,904	14,6	2,005	10,1	2,33	11,74	1,32	8,8
III.	1,275	6,4	1,373	6,9	1,627	8,2	1,749	8,81	1,13	7,53
IV.	2,66	13,4	3,563	17,9	5,627	28,3	3,063	15,44	7,98	53,2
V.	2,371	11,9	3,004	15,1	9,228	17,3	7,397	37,28	2,75	18,33
Feinerde	0,516	2,6	0,537	2,75	0,589	3,2	0,4774	2,87	0,64	4,26

Glimmerschiefer.

Siebrückstand	1876		1877		1878		1884		1892	
	kg.	pCt.	kg.	pCt.	kg.	pCt.	kg.	pCt.	kg.	pCt.
II.	13,792	57,5	13,224	55,2	12,434	51,6	11,556	48,26	13,25	42,33
III.	8,978	37,4	9,220	38,5	9,490	39,6	9,053	37,81	0,93	46,2
IV.	0,857	3,4	0,946	3,9	1,70	7,1	2,015	8,42	0,25	7,66
V.	0,296	1,2	0,344	1,4	0,40	1,7	0,374	1,57	0,16	1,06
Feinerde	0,112	0,4	0,206	0,8	0,268	1,1	0,6655	3,24	0,35	2,33

Diese Resultate veranlassen nachstehende kritische Bemerkungen:

Personatussandstein.

Der Zerfall des Personatussandstein ist seit der letzten Untersuchung im Jahre 1884 bedeutend fortgeschritten; von der ursprünglichen Korngrösse des Gesteins sind nunmehr bloss 23% vorhanden, ebenso von dem Siebrückstande Nr. II 14,5 Prozent, was in beiden Fällen eine Zunahme des Zerfalls um 10 Prozent bedeutet.

Eine weitere Zunahme, wenn auch in geringem Massstabe macht sich geltend bei Siebrückstand IV und V; dagegen ist der Prozentgehalt der Feinerde eben durch den starken Zerfall bedingt, auf 53% schon angewachsen, gegen 13,9 Prozent der Feinerde im ursprünglichen Gestein im Jahre 1876.

Es geben diese Resultate den Beweis, dass der mechanische Zerfall des Personatussandsteins ein beträchtlicher und — einmal begonnen — rapid fortschreitender ist; es entspricht dieses Resultat eben auch seiner weichen Beschaffenheit und der ausserordentlich leicht eintretenden Verwitterung seiner Bindemittel.

Jurakalk.

Der Jurakalk hat in seiner Verwitterung im Vergleich zu den Untersuchungsresultaten im Jahre 1884 ebenfalls ziemlich stark zugenommen, nachdem in den Jahren 1876, 1877, 1878 und 1884 der Zerfall als ein verhältnissmässig geringer zu bezeichnen ist.

Der vermehrte Gehalt des Siebrückstandes IV, V und der Feinerde steht in vollständiger Uebereinstimmung mit der beobachteten weiter fortgeschrittenen Zersetzung.

Die Zunahme des feineren Materials innerhalb 16 Jahren beträgt 4,11%; nach acht Zahren — im Jahr 1884 — betrug diese Zunahme nur 0,3%; es ist durch diese verhältnissmässig hohe Zunahme des feineren Materials gleichfalls bewiesen, dass nach eingeleiteter Verwitterung der Zerfall ein stets intensiverer wird.

Stubensandstein.

Die ursprüngliche Korngrösse des Gesteines 1892 zeigt gegen das von 1875 eine Abnahme von 37,9 Prozent. Eine ganz auffallend hohe Zunahme ergibt der Rückstand in Sieb IV, der seit der Untersuchung im Jahre 1884 von 15,44 Prozent auf 53,20% angewachsen ist.

Die Feinerde zeigt eine Zunahme; dagegen erscheint es höchst auffallend, dass der Siebrückstand V nunmehr bloss 18,33 Prozent beträgt, während im Jahre 1884 eine Zunahme von 17,18 Prozent gegen das Jahr 1878 konstatirt wurde. Der Vergleich der Resultate bei den Siebrückständen IV und V zeigt ein stetes, bei Siebrückstand IV sogar ein sehr gesteigertes Zunehmen; diesen Thatsachen würden allerdings die Angaben von 1884 widersprechen. Allein es führt mich diess zur Vermuthung, dass beim Drucke in dieser Hinsicht eine Verwechslung der betreffenden beiden Spalten stattgefunden haben dürfte.

Die ersten drei Siebrückstände des Jahres 1884 ergaben rund 42 Prozent, im Jahre 1892 nur noch rund 30 Prozent; der Zerfall hätte aber in den letzten acht Jahren um weitere 12 Prozent zugenommen; und zwar ist der Zerfall in erster Linie bei Siebrückstand IV vorgeschritten, während er bei Siebrückstand V und der Feinerde ein nur geringes Anwachsen zeigt.

Während im Jahre 1876 Siebrückstand I 51,9 Prozent und Siebrückstand IV 13,4 Prozent zeigt, hat sich bis 1892, also innerhalb 16 Jahren, das Verhältniss zu einem ungefähr umgekehrten gestaltet.

Diese Thatsache erklärt sich dadurch, dass das Bindemittel des ursprünglichen Gesteins allmählig immer mehr der Verwitterung und Zersetzung anheimgestellt ist; denn der Siebrückstand V besteht ausnehmend aus reinem Quarz.

Das noch vorhandene Korn ursprünglicher Grösse zeigt ebenfalls Zeichen der Verwitterung seiner Bindemittel, und dürfte nach Verlauf eines weiteren Zeitraumes von 6—8 Jahren die vollständige Zersetzung, respektive Entfernung des Bindemittels, herbeigeführt werden.

Glimmerschiefer.

Beim Glimmerschiefer zeigen die vorliegenden Resultate einen wohl ziemlich auffallenden Zerfall der grössern Gesteinsstücke in kleinere Bruchstücke; dagegen geht die Bildung der kleinsten Zerfallprodukte, speziell der Feinerde, langsam vor sich. — Wie die Tabelle zeigt, hat der Zerfall des Glimmerschiefers bei Siebrückstand III (2 mm. Maschenweite) seinen Höhepunkt erreicht; die noch weiteren Veränderungen sind untergeordneter Natur.

Siebrückstand II zeigt im Jahre 1876 an grobem Korn 57,5 Prozent, fällt innerhalb der 16 Jahre — bis 1892 — auf 42,33 Prozent, eine Abnahme von rund 15 Prozent. Der Siebrückstand III hat 1892 im Vergleich zu 1876 um rund 9 Prozent zugenommen; also entfallen von obigen 15 Prozent Abnahme des gröberen Kornes fast $^2/_3$ auf Siebrückstand III, während sich die übrigen ca. 5 Prozent auf die drei noch übrigen Verwitterungsprodukte — Sieb IV, V und Feinerde — verteilen.

B. Chemischer Zerfall.

Um die chemischen Veränderungen, welche in den Gesteinsarten durch den mechanischen Zerfall herbeigeführt wurden, kennen zu lernen, wurden die Produkte dieses Zerfalles, in erster Linie Siebrückstand I, im Vergleich zum ursprünglichen Gestein in Betracht gezogen, da diese Produkte, wie schon Eingangs erwähnt, seit dem Jahre 1875 keiner eingehenden chemischen Analyse unterzogen worden waren, und es doch höchst interessant und sehr nothwendig erschien, die Veränderungen, die durch den Verwitterungsprozess herbeigeführt waren, durch die chemische Untersuchung festzustellen.

Ferner wurden die Feinerde und das aus der Feinerde durch Ausschlämmen gewonnene Schlämmmehl genau untersucht.

Bei der Untersuchung der Zerfall-Produkte aus dem Jurakalk kam ausser Siebrückstand I noch Siebrückstand V und die Feinerde in Betracht; eine Untersuchung des Schlemmmehles musste unausgeführt bleiben, da ein solches aus der Feinerde nur in ganz unbedeutender Menge zu erhalten war.

Ferner wurden auch verschiedene Versuche über die Absorptions-Fähigkeit einzelner Produkte des mechanischen Zerfalles ausgeführt.

Der Gang der Analyse bei den chemischen Untersuchungen der Verwitterungsprodukte der Gesteine war folgender:

Die Gesteinsproben wurden aufs feinste pulverisirt und dann lufttrocken in Anwendung gezogen. Zunächst wurde 10prozentige Salzsäure zur Lösung verwendet (auf 2 gr. Gestein ca. 100 ccm. 10prozentige Salzsäure), und zwar in der Weise, dass die Säure zwei Stunden bei Siedetemperatur zur Einwirkung kam; der zurückgebliebene, ungelöste Teil wurde mit Flusssäure aufgeschlossen.

In der Salzsäure-Lösung wurden nach bekannten Methoden bestimmt: Kieselsäure, Thonerde, Eisen, Kalk, Magnesia, Alkalien; in dem mit Flusssäure aufgeschlossenen Teile ebenfalls Eisen, Thonerde, Kalk, Magnesia und Alkalien.

Bei der Bestimmung der Thonerde und des Eisens wurde immer zunächst das Gesammtgewicht der Ammonfällung gewonnen, das Eisen volumetrisch mit Kaliumpermanganat titrirt und die Thonerde aus der Differenz bestimmt.

Die Trennung der Alkalien geschah nach Abscheidung der Magnesia mit frisch gefälltem Quecksilberoxyd mittelst Platinchlorid.

Die Gesammtmenge der Kieselsäure geschah in einer neuen Portion des betreffenden Gesteines durch Aufschliessen mit kohlensaurem Natronkali bestimmt und in der erhaltenen Lösung nach Abscheidung der Kieselsäure im Filtrat die Schwefelsäure und Phosphorsäure abgeschieden und gewogen; erstere als schwefelsaurer Baryt, letztere nach der Molybdan-Methode (Modifikation P. W a g n e r) als Magnesiumpyrophosphat

Die Wasserbestimmung geschah im Verbrennungsrohr im getrockneten Kohlensäure-Strom, mit vorgelegtem, gewogenem Chlorkaliumrohre. Aus dem Glühprodukte wurde nach Abzug des Wassers die organische Substanz berechnet.

Die Kohlensäure wurde im Bunsen'schen Apparate gewichtsanalytisch bestimmt.

Die Absorptionsversuche selbst wurden in 80 cm. langen, $2^1/_2$ cm. weiten, 200 ccm. Flüssigkeit fassenden Glasröhren vorgenommen, an deren unteren spitz ausgezogenen Enden ein mit Quetschhahn versehener Gummischlauch zum Ablassen der Flüssigkeit befestigt war. Um einen möglichst klaren Abfluss zu erzielen und zu verhüten, dass Teilchen der Substanzen von der Flüssigkeit mit fortgerissen würden, wurde unten in die Glasröhren etwas reiner Asbest und auf diesen eine 1—2 cm. hohe Schicht reinen Seesandes gebracht. Nach diesen Vorbereitungen wurden je 50 gr. Feinerde der betreffenden Gesteinsarten in lockerem Zustande in die Röhren geschüttet und 100 ccm. der betreffenden Absorptionsflüssigkeit darauf gegossen.

Die Dauer der Absorptionen wurde auf 12 Stunden festgesetzt und während dieser Zeit die Feinerde mit der Flüssigkeit im verschlossenen Glasrohr und bei gewöhnlicher Temperatur der vollständigen Ruhe überlassen. Dann wurde durch Oeffnen der Quetschhähne die Flüssigkeit abgelassen und die Lösungen der entsprechenden Untersuchung unterzogen.

In angegebener Weise wurden die Feinerden der vier oben erwähnten Gesteinsarten mit folgenden Absorptionsflüssigkeiten behandelt:

1. Lösung von schwefelsaurer Magnesia (24,6 : 1000),
2. Lösung von Kaliumnitrat (10,1 : 1000)
3. Lösung von Caliumnitrat (8,2 : 1000),
4. Lösung von Chlorammonium (5,35 : 1000),
5. Lösung von phosphorsaurem Kali (13,6 : 1000).

Der Gehalt der Salze in den Lösungen wurde quantitativ durch mehrere Kontrolversuche genau festgesetzt.

Bis zum Jahre 1880, vom Versuchsjahre an gerechnet, waren die Bestandtheile des Regenwassers selbst, sowie des durch die Gesteinsmassen hindurchgegangenen Regenwassers festgesetzt worden. Seit dem Jahre 1880 sind diese Versuche nach dieser Richtung nicht mehr wiederholt worden und folgen in der Tabelle V die seiner Zeit gewonnenen Resultate.

Gleichzeitig reiht sich hieran noch eine Uebersicht über die Temperaturen, Regenmengen etc., welche in den Jahren 1875—1892 von der meteorologischen Station Erlangen beobachtet worden waren und von genannter Station mir in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt wurde.

Die Gesammtresultate der chemischen Untersuchung sind in den nachstehenden Tabellen übersichtlich dargestellt:

Tabelle II gibt in der ersten Abtheilung die prozentige Zusammensetzung des in Salzsäure löslichen und unlöslichen Theiles vom ursprünglichen Gestein im Vergleich mit Siebrückstand I 1892; in der zweiten Abtheilung ist eine Zusammenstellung der verschiedenen Feinerde (beim Jurakalk ein Vergleich der Siebrückstände III und V gegeben, während die Abteilung III die Resultate der Schlämmmehle aus den Jahren 1880, 1884 und 1892 mitteilt. Beim Jurakalk sind die Resultate der Untersuchung der Feinerde angegeben, da, wie bereits oben erwähnt, das Vorhandensein des Schlämmmehles ein sehr unbedeutendes und zur Analyse nicht ausreichendes war.

Tabelle III bringt lediglich einen Vergleich der Pauschanalysen der ursprünglichen Gesteine mit den im Laufe der Zeit daraus entstandenen Verwitterungsprodukten.

Tabelle IV. enthält die bei den Absorptionsversuchen erhaltenen Resultate.

Tabelle V gibt eine Uebersicht über die Gesammtmenge der in den atmosphärischen Niederschlägen vom 1. Juni 1875 bis 1. Juni 1880 vorhandenen Bestandtheile.

Die in den Tabellen niedergelegten Gesammtresultate sind, wie aus der ganzen Versuchsanlage sowie den Versuchsbedingungen hervorgeht, von manchen zufälligen Einwirkungen,

lokalen klimatischen Verhältnissen, auch Verunreinigungen mehr oder weniger beeinflusst, wodurch Fehlerquellen entstehen, die jedoch, da sämmtliche Gesteine unter denselben Bedingungen sich befanden, nicht allzusehr in die Waagschale kommen. Es sind hier vor Allem in dieser Richtung zu nennen die Einflüsse der schwefligen Säure der Luft, die Russtheile mit ihrem Gehalt an Ammonsalzen, die in der Atmosphäre in Erlangen und Umgebung in nicht unbeträchtlicher Menge vorhanden sind, der feine Quarzstaub und der durch die Luftströmungen in der ganzen Umgebung Erlangens eine grosse Rolle spielt.

Vielfach störend wirkten auch die Oxydationsprodukte der Zinkkästen, das basische Zinkcarbonat, das gerne in den feineren Verwitterungsprodukten auftritt, ebenso die sich entwickelnde Vegetation auf der Oberfläche der Gesteine.

Tabelle II.

Theilanalysen.

Abtheilung I.

in HCl.	Personatussandstein				Jurakalk				Stubensandstein				Glimmerschiefer			
	Ursprüngliches Gestein 1875		Siebrückstand I 1892		Ursrüngliches Gestein 1875		Siebrückstand I 1892		Ursprüngliches Gestein 1875		Siebrückstand I 1892		Ursprüngliches Gestein 1875		Siebrückstand I 1892	
	löslich pCt.	unlöslich pCt.	löslich pCt.	unlöslich pCt.	löslich pCt.	unlöslich pCt.	löslich pCt.	unlöslich pCt.	löslich pCt.	unlöslich pCt.	löslich pCt.	unlöslich pCt.	löslich pCt.	unlöslich pCt.	löslich pCt.	unlöslich pCt.
$Si O_2$	1,12	91,03	0,21	91,69	0,04	2,47	0,4	1,97	1,20	91,86	0,19	91,28	1,80	64,41	1,02	62,73
$Fe_2 O_3$	1,86	0,32	2,00	0,08	0,21	0,13	0,23	Spuren	0,12	—	0,74	0,08	5.34	·	6,05	1,16
$Al_2 O_3$	0,72	0,28	1.28	1,45	0,05	0,20	0,67	0,39	0,28	3,62	0,7	2,56	3,39	15,21	6,56	12,93
Ca O	0,18	—	0,05	Spuren	0,52	Spuren	0,24	—	0,28	0.33	0,03	Spuren	0,26	0,18	0,21	Spuren
Mg 0	—	—	—	—	—	—	1,98	Spuren	—	—	—	—	1,24	—	1,2	0,41
Ca CO_3	—	—	—	—	90,63	—	90,21	—	—	—	—	—	·	·	—	—
Mg CO_3	–	—	—	—	2,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$Ka_2 O$	0,12	1,49	0,38	1,2	0,09	0,21	0,31	0,19	0.21	1,06	0,08	1,49	1,41	2,39	1,5	2,14
$Na_2 O$	0,16	0,41	0,12	0,33	0,18	0,38	0.15	0,73	0.10	0,31	0,1	0.32	0.60	1,56	0,32	0,48
SO_3	0,54	—	0,37	—	0,95	—	0,73	—	0,40	—	0,47	—	0,71	—	0,28	—
$P_2 O_5$	0,45	—	0,09	—	0,40	—	0,03	—	0,18	—	0,07	—	0,01	—	0,22	—
$H_2 O$	1,12	—	1,31	—	1,08	—	2,68	—	0,50	—	1,06	—	2,04	—	2,44	—
	6,27	93,53	5,81	94.75	97,09 Cl Spuren	3.39	97,63	3,28	3,27	97.18	3,44	95,73	16,80	83,78	19,80	79.85

	Personatussandstein						Jurakalk				Stubensandstein						Glimmerschiefer			
	Feinerde 1876		Feinerde 1880A*		Feinerde 1892		Siebrückstd. III 84		Siebrückstd. V 1892		Feinerde 1876		Feinerde 1880		Feinerde 1892		Feinerde 1876		Feinerde 1892	
	löslich pCt.	unlösl. pCt.	löslich pCt.	unlösl. pCt.	löslich pCt.	unlösl. pCt.	löslich pCt.	unlösl. pCt.	löslich pCt.	unlösl. pCt.	löslich pCt.	unlösl. pCt.	löslich pCt.	unlösl. pCt.	löslich pCt.	unlösl. pCt.	löslich pCt.	unlösl. pCt.	löslich pCt.	unlösl. pCt.
$Si O_2$	0,78	82,31	0,89	85,24	0,46	89,79	0,01	2,34	0,46	20,89	0,61	78,58	1,36	42,95	0,31	86,91	1,13	56,61	0,44	63,98
** $Si O_2$ löslich	—	9,11	—	6,34	—	—	—	—	—	—	—	9,36	—	11,15	—	—	—	8,13		—
$Fe_2 O_3$	1,61	0,73	1,77	0,39	4,1	0,12	0,55	0,12	0,93	0,19	0,12	0,86	1,25	1,72	3,71	0,09	4,78	0,52	4,9	0,16
$Al_2 O_3$	0,93	0,38	0,66	1,70	1,17	1,48	0,17	0,42	0,79	1,05	0,19	6,39	2,44	17,70	3,88	2,30	2,04	17,70	5,71	16,62
Ca O	0,25	—	0,21	0,08	0,08	Spur.	0,57	Spr.	—	—	0,21	0,20	0,79	1,03	0,31	Spur.	0,59	—	0,08	Spur
Mg O	—	—	—	—	Spr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,34	Spur.	0,70	—	Spur.	0,07
$Ca Co_3$	—	—	—	—	—	—	90,96	—	69,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
$Mg CO_3$			—	—		—	2,24	—	1,85	—	—	—	—	—			—	—		
$Ka_2 O$	0,20	0,79	0,41	0,99	0,04	1,21	0,41	0,02	0,01	0,68	0,62	0,41	1,41	3,49	0,38	0,73	0,76	2,56	0,84	2,7
$Na_2 O$	0,17	0,52	0,39	0,39	0,16	0,64	0,27	0,14	0,35	0,13	0,48	0,12	0,89	2,85	0,1	0,2	0,35	1,72	0,58	0,98
SO_3	0,56	—	Spr.	—	0,29	—	1,31	—	0,8	—	0,39	—	0,25	—	0,6	—	0,42	—	0,21	
$P_2 O_5$	0,08	—	0,03		0,07	—	0,20		0,09		0,05	—	Spur.	—	0,08	—	0,02	—	0,16	—
$H_2 O$	1,18	—	0,96	—	0,93	—	1,04	—	2,02	—	1,06	—	6,11	—	0,7	—	1,74	—	3,08	—
organ. Substanz	0,24	—	0,08	—	—	—		—	1,22	—	Spr.	—	3,78	—	—	—	0,59	—	—	—
	5,95	93,84	5,40	95,13	7,30	93,24	97,73 Cl.Spuren	3,04	77,52	22,94	3,78	95,92	18,28	80,89	10,41	90,23	13,12	87,24	16,00	84,51

* Mit 1880A ist Feinerde bezeichnet, welche in dem unteren Zinkkasten vorhanden war und dort längere Zeit mit den atmosphärischen Niederschlägen in Berührung war.

** $Si O_2$ löslich ist jene Kieselsäure, welche nach der Zersetzung mit Salzsäure mit Alkali aufgenommen wurde.

Abtheilung III.

in HCl.	Personatussandstein						Jurakalk		Stubensandstein				Glimmerschiefer			
	Schlämmmehl *1880 B.		Schlämmmehl 1884		Schlämmmehl 1892		Feinerde 1892		Schlämmmehl 1884		Schlämmmehl 1892		Schlämmmehl 1884		Schlämmmehl 1892	
	löslich pCt.	unlöslich pCt.	löslich pCt.	unlöslich pCt.	löslich pCt.	unlöslich pCt.	löslich pCt.	unlöslich pCt.	löslich pCt.	unlöslich pCt.	löslich pCt.	unlöslich pCt.	löslich pCt.	unlöslich pCt.	löslich pCt.	unlöslich pCt.
SiO_2	5,71	24,44	1,38	33,89	1,02	88,18	0,7	13,74	1,09	44,75	1,68	70,46	0,83	42,20	1,75	55,67
SiO_2 lösl.**	—	2,17	—	7,56	—	—	—	—	—	6,22	—	—	—	5,62	—	—
Fe_2O_3	28,30	1,39	22,35	1,57	3,77	0,24	1,17	0,08	1,28	1,40	0,51	2,05	5,55	1,73	4,83	0,33
Al_2O_3	14,12	3,31	6,91	7,03	0,83	1,28	1,57	1,72	3,34	23,71	2,49	9,46	4,51	22,67	11,56	15,18
CaO	1,07	0,49	0,69	Spur.	0,07	Spur.	—	—	0,72	0,41	0,17	0,34	0,58	0,45	0,22	1,19
MgO	—	—	—	—	—	—	2,55	Spur.	—	—	—	—	0,87	—	0,59	0,50
$CaCO_3$	—	—	—	—	—	—	72,20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ka_2O	1,96	1,05	0,69	1,05	0,12	0,88	0,02	0,75	0,89	2,49	0,41	4,56	1,16	2,75	0,48	2,60
Na_2O	1,60	0,54	0,35	0,72	0,16	1,88	0,28	0,26	0,41	2,65	0,30	2,95	0,69	1,47	0,12	1,43
SO_3	0,28	—	—	—	0,57	—	0,78	—	0,03	—	0,4	—	—	—	0,33	—
P_2O_5	0,35	—	0,45	—	0,11	—	0,26	—	—	—	0,16	—	0,02	—	0,14	—
H_2O	10,18	—	11,28	—	1,41	—	2,45	—	10,27	—	4,02	—	7,91	—	3,77	—
org. Subst.	2,41	—	4,85	—	—	—	3,03	—	2,09	—	—	—	2,08	—	—	—
	65,98	33,39	48,95	51,82	8,06	92,46	85,01	16,55	20,12	81,63	10,14	89,82	24,20	76,89	23,79	76,90

* 1880 B ist aus der Feinerde hergestelltes Schlämmmehl, ebenso die Schlämmmehle 1884 und 1892.

** SiO_2 löslich ist jene Kieselsäure, welche nach der Zersetzung mit Salzsäure mit Alkali aufgenommen wurde.

Tabelle III.

Pauschanalysen.

Personatussandstein.

	Ursprüngl. Gestein 1875	Siebrückstand I 1892	Feinerde 1876	Feinerde 1880	Feinerde 1880 A	Feinerde 1892	Schlämmmehl 1880 B	Schlämmmehl 1884	Schlämmmehl 1892
	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.
SiO_2	82,31	91,69	82,31	84,29	85,24	89,79	24,44	33,89	88,18
SiO_2 löslich	9,84	*0,21	9,84	7,43	7,32	*0,46	7,88	8,94	*1,02
Fe_2O_3	2,18	2,08	2,34	2,27	2,16	4,22	29,69	23,92	4,01
Al_2O_3	1,00	2,73	1,31	2,41	2,36	2,65	17,43	13,94	2,11
CaO	0,18	0,05	0,25	0,29	0,29	0,08	1,56	0,69	0,07
MgO	—	—	—	—	—	Spuren	—	—	—
Ka_2O	1,61	1,58	0,99	1,40	1,40	1,25	3,01	1,74	1,00
Na_2O	0,57	0,45	0,69	0,79	0,78	0,8	2,14	1,07	2,04
SO_3	0,54	0,37	0,56	—	—	0,29	0,28	—	0,57
P_2O_5	0,45	0,09	0,08	0,03	0,03	0,07	0,35	0,45	0,11
H_2O	1,12	1,31	1,18	1,00	0,96	0,93	10,18	11,28	1,41
organ. Subst.	—	—	0,24	0,09	0,08	—	2,41	4,85	—
	99,80	100,56	99,79	100,00	100,62	100,54	99,37	100,77	100,52

* Nur die in HCl gelöste Kieselsäure.

Jurakalk.

	Ursprüngl. Gestein 1875	Siebrückstand I 1892	Siebrückstand III 1884	Siebrückstand V 1892	Feinerde 1892
	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.
SiO_2	2,51	2,01	2,35	21,35	14,44
$CaCO_3$	90,63	90,21	90,96	69,00	72,2
$MgCo_3$	2,95	—	2,24	1,85	—
CaO	0,52	0,24	0,57	—	—
MgO	—	1,98	—	—	2,55
Fe_2O_3	0,34	0,23	0,67	1,12	1,25
Al_2O_3	0,25	1,06	0,59	1,84	3,29
Ka_2O	0,30	0,5	0,43	0,69	0,77
Na_2O	0,56	0,88	0,41	0,48	0,54
P_2O_5	0,40	0,03	0,2	0,09	0,26
SO_3	0,94	0,73	1,31	0,8	0,78
H_2O	1,08	2,68	1,04	2,02	2,45
organische Substanz	—	—	—	1,22	3,03
	100,48	100,91	100,77	100,46	101,56

Stubensandstein.

	Ursprüngl. Gestein 1875	Siebrückstand 1 1892	Feinerde 1876	Feinerde 1880	Feinerde 1892	Schlämmmehl 1884	Schlämmmehl 1892
	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.
SiO_2	91,86	91,28	78,58	42,95	86,91	44,75	70,46
SiO_2 löslich	*1,20	*0,19	9,97	12,51	*0,31	7,31	*1,68
Fe_2O_3	0,12	0,82	0,98	2,97	3,8	2,68	2,56
Al_2O_3	3,90	3,26	6,58	20,14	6,18	27,05	11,95
CaO	0,61	0,03	0,41	1,82	0,31	1,13	0,51
MgO	—	—	—	—	0,34	—	—
Ka_2O	0,27	1,57	1,03	4,90	1,11	3,38	4,97
Na_2O	0,41	0,42	0,60	3,74	0,3	3,06	3,25
SO_3	0,40	0,47	0,39	0,25	0,6	Spuren	0,4
P_2O_5	0,18	0,07	0,05	Spur.	0,08	0,03	0,16
H_2O	0,50	1,06	1,06	6,11	0,7	10,27	4,02
organ. Substanz	—	—	Spur.	3,78	—	2,09	—
	100,45	99,17	99,65	99,17	100,64	101,75	99,96

* Nur die in HCl gelöste Kieselsäure.

Glimmerschiefer.

	Ursprüngl. Gestein 1875	Siebrückstand I 1892	Feinerde 1876	Feinerde 1892	Schlämmmehl 1884	Schlämmmehl 1892
	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.
SiO_2	64,41	62,73	56,61	63,98	42,20	55,67
SiO_2 löslich	*1,80	*1,02	9,26	*0,44	6,45	*1,75
Fe_2O_3	5,34	7,21	5,30	5,06	7,28	5,16
Al_2O_3	18,60	19,49	19,74	22,33	27,18	26,74
CaO	0,44	0,21	0,59	0,08	1,03	1,41
MgO	1,24	1,61	0,70	0,07	0,87	1,09
Ka_2O	3,89	3,64	3,32	3,54	3,91	3,08
Na_2O	2,16	0,8	2,07	1,56	2,16	1,55
SO_3	0,71	0,28	0,42	0,21	—	0,33
P_2O_5	0,01	0,22	0,02	0,16	0,02	0,14
H_2O	2,04	2,44	1,74	3,08	7,91	3,77
organ. Substanz	—	—	0,59	—	2,08	—
	100,55	99,65	100,36	100,51	101,09	100,69

* Nur die in HCl gelöste Kieselsäure.

Bei der folgenden kritischen Beleuchtung der Resultate der chemischen Analyse der Verwitterungsprodukte soll zuerst ein Vergleich der Veränderungen der Siebrückstände I (Tabelle II, Abteilung I), der Feinerden (Tabelle II, Abteilung II) und der Schlämmmehle (Tabelle II, Abteilung VII) mit den früheren Resultaten unter sich gegeben werden; dann auch die Gesamtresultate der einzelnen Gesteine — der Tabelle II und III zusammen — einer allgemeinen Kritik unterzogen werden.

Tabelle II, Abteilung I.

Die chemische Veränderung, die das ursprüngliche Gestein des Personatussandsteines innerhalb der 17 Jahre erlitten hat, ist im Vergleich zu den bedeutenden Umwandlungen beim mechanischen Zerfall eine ziemlich geringe. Die in Salzsäure lösliche Kieselsäure hat eine ziemliche Abnahme erfahren von ca. 1 pCt.; bei der unlöslichen ist eine kleine Zunahme zu verzeichnen. Das Gleiche ist bei dem Eisen, mehr noch bei der Thonerde der Fall, welche — als unlösliche — um über 1 pCt. gegen 1875 gestiegen ist. Der Kalk ist in Abnahme begriffen, Kalium und Natrium haben ihren Gehalt beibehalten. Schwefelsäure und Phosphorsäure sind im Verschwinden begriffen, was ja leicht erklärlich ist, hauptsächlich für die Phosphorsäure, die sich in der Feinerde und im Schlämmmehl zum Teil angesammelt findet.

Beim Jurakalk sind die Veränderungen, die das ursprüngliche Gestein erfahren hat, keine besonders weitgehenden und hat sich die chemische Zusammensetzung nur unwesentlich verändert; eine Ausnahme hiervon macht lediglich die Phosphorsäure, welche seit 17 Jahren eine bedeutende Veränderung erfahren hat.

Der Stubensandstein zeigt eine ziemliche Abnahme in dem Gehalt an Kieselsäure, speziell an löslicher; dasselbe ist bei der Thonerde der Fall; dagegen hat das Eisen auffallend zugenommen, was durch äussere Einflüsse vielleicht bedingt sein dürfte. Der Kalk nimmt bedeutend ab, Kalium und Natrium blieben sich ziemlich gleich, ebenso der Gehalt an Schwefelsäure; dagegen ist auch hier der Gehalt an Phosphor-

säure wie bei den übrigen Gesteinen bedeutend zurückgegangen.

Die Zusammensetzung, die der Glimmerschiefer im Laufe der 17 Jahre erfahren hat, ist eine wesentlich geänderte. Der Gehalt an Kieselsäure, an löslicher wie unlöslicher, hat eine ziemliche Abnahme erfahren; bei der Thonerde ist der in Salzsäure lösliche Teil jedenfalls in Folge des eingeleiteten Verwitterungsprozesses bedeutend vermehrt worden, während der in Salzsäure unlösliche Teil eine dementsprechende Abnahme erfahren hat. Der Gehalt an Schwefelsäure ist ebenfalls zurückgegangen, während der Gehalt an Phosphorsäure merkwürdiger Weise sich ziemlich vermehrt hat; letzteres dürfte durch irgend eine Verunreinigung hervorgerufen worden sein.

Tabelle II, Abteilung II.

Die Feinerden des Personatussandsteines geben, wie erklärlich, eine stete Zunahme des Gehaltes an Kieselsäure; und zwar war die Zunahme derselben im Zeitabschnitt 1880—1892, also in 12 Jahren, eine bedeutend geringere, nämlich nur ca. 4 pCt., während sie in dem kürzeren Zeitabschnitt 1876 auf 1880, also in 4 Jahren, bereits 3 pCt. betrug. Eisen und Thonerde haben in bedeutendem Maase zugenommen; der Kalk nahm an Gehalt ab; Kalium und Natrum haben sich nicht wesentlich geändert.

Der Jurakalk, bei dem ein Vergleich der Siebrückstände III des Jahres 1884 mit Siebrückstand V des Jahres 1892 möglich ist, weist wesentliche Aenderungen auf. So gibt das fortgeschrittene Verwitterungsprodukt von 1892 eine bedeutende Zunahme unlöslicher Kieselsäure. Eisen, Thonerde, ebenso die Alkalien sind ziemlich gleich geblieben; der Gehalt an kohlensaurer Magnesia nimmt leicht ab, ebenso die Phosphorsäure; eine starke Abnahme dagegen hat der Gehalt an kohlensaurem Kalk erlitten, nämlich von fast 22 pCt.

Der Stubensandstein gibt eine bedeutende Zunahme des Kieselsäuregehaltes gegen das Jahr 1880; es dürfte diess sich

dadurch erklären, dass der Gehalt an Thonerde bedeutend geringer geworden ist; auch bei den Alkalien, sowie dem Kalke und der Magnesia ist eine ziemliche Abnahme gegen früher zu konstatiren.

Der Glimmerschiefer hat in seinem Kieselsäuregehalt innerhalb der 16 Jahre von 1876 bis 1891 eine ziemliche Zunahme erfahren; das Eisen hat etwas abgenommen, vermehrt hat sich aber der Gehalt an Thonerde, speziell der löslichen. Kalium und Magnesium sind nur in ganz geringer Menge mehr gefunden worden; der Gehalt der Alkalien hat sich nicht wesentlich verändert.

Tabelle II, Abteilung III.

Eine bedeutende und auffallende Veränderung zeigen unter einander die in den verschiedenen Jahren untersuchten Schlämmmehle. So hat beim Personatussandstein eine Anreicherung der Gesamt-Kieselsäure gegen das Jahr 1880 von ca. 58 pCt., von 1884 bis 1892 von 46,37 pCt. stattgefunden. Der Gehalt an Eisen und Thonerde ist bedeutend reduzirt worden; das Gleiche ist der Fall bei Kalk, der Phosphorsäure und auch bei den Alkalien.

Die Feinerde des Jurakalkes wird bei der allgemeinen Kritik in Betracht gezogen.

Dasselbe Verhalten, wie der Personatussandstein es zeigte, ist bei dem Stubensandstein zu beachten. Der Gehalt an Kieselsäure hat in den letzten acht Jahren um 20,08 pCt. zugenommen; der Thonerdegehalt hat in derselben Zeit eine Abnahme von 15,10 pCt. erfahren; der Gehalt an Eisen ist ziemlich der gleiche geblieben, dagegen ist der Gehalt an Alkalien ein ziemlich stärkerer geworden.

Beim Glimmerschiefer fällt bei der Betrachtung der Resultate aus den Jahren 1884 und 1892 sofort ein vermehrter Gehalt an Kieselsäure bei der Analyse des Schlämmmehles in diesem Jahre auf. Der Gehalt an Gesammt-Thonerde ist so ziemlich der gleiche geblieben; dagegen ist auch hier der Gehalt des in Salzsäure löslichen Teiles der Thonerde ein bedeu-

tend erhöhter geworden. Diese Thatsache ist bei Vergleichung der Resultate des ursprünglichen Gesteines und der Feinerde ebenfalls beobachtet worden.

Personatussandstein.

Die Gesamtkieselsäure, welche im ursprünglichen Gestein 92,15 pCt. betrug, zeigt — mit nur wenigen Schwankungen innerhalb der Feinerden von 1876 bis 1880 (92,15 pCt.; 91,72 pCt.; 92,57 pCt.) — ein allmähliges Sinken bis zu dem Schlämmmehl 1880 B, von wo ab wieder ein Anwachsen bemerkbar ist. An Eisenoxyd waren im ursprünglichen Gestein 2,18 pCt. vorhanden; dasselbe nimmt später in den Schlämmmehlen bedeutend zu, während im Schlämmmehl 1892, durch starkes Auswaschen hervorgerufen, ein merklicher Rückgang desselben zu beobachten ist. Aehnliches ist bei der Thonerde, die im ursprünglichen Gestein mit 1 pCt. auftritt, der Fall.

Der Kalk reichert sich von 0,18 pCt. im ursprünglichen Gestein bis auf das Maximum von 1,56 pCt. im Schlämmmehl 1880 B an, um wieder eine Verminderung zu erleiden in den Verwitterungsprodukten, die in dem Jahre 1892 der Untersuchung unterstellt wurden.

Kali und Natron zeigen im Laufe der Jahre hauptsächlich in den feineren Verwitterungsprodukten ein langsames Steigen.

Die Phosphorsäure mit einem ursprünglichen Gehalt von 0,45 pCt., nimmt mit den Jahren in den gröberen Verwitterungsprodukten ab, dagegen zeigen in den feinsten Verwitterungsprodukten die Resultate ein allmähliges Ansammeln derselben.

Jurakalk.

Die Veränderungen, die durch die Verwitterung in der Zusammensetzung des Jurakalkes hervorgerufen wurden, sind sehr bedeutende zu nennen. Der Gehalt der Gesamtkieselsäure hat in der Feinerde eine ziemliche Anreicherung gefunden, die in einem gewissen Zusammenhang mit der Abnahme des kohlensauren Kalkes steht.

Eisenoxyd, Thonerde, in geringen Mengen auch die Alkalien haben in der Feinerde zugenommen. Schwefelsäure- und Phosphorsäuregehalt geben keine Anhaltspunkte zu irgend welcher näherer Beleuchtung.

Stubensandstein.

Der Unterschied, der zwischen dem ursprünglichen Gestein, den Siebrückständen und den Schlämmmehlen vorhanden ist, muss als ein beträchtlicher und zugleich interessanter bezeichnet werden.

Der Gehalt an Gesamtkieselsäure ist im Schlämmmehl, das im Jahre 1892 der Untersuchung unterzogen wurde, gegen das Jahr 1884 von 52,06 auf 72,14 angewachsen, ein Beweis, dass in dem Schlämmmehl eine Bereicherung an Kieselsäure stattgefunden hat.

Eisenoxyd ist sich ziemlich gleich geblieben; dagegen hat der Gehalt an Thonerde verhältnismässig sehr stark abgenommen, was in den Verwitterungsprozessen und in dadurch bedingtem Löslichwerden des Aluminiumsslikates seinen Grund hat.

Der Gehalt an Kalk hat eine bedeutende Abnahme im Schlämmmehl erlitten; Magnesia ist vollständig vorhanden.

Bei Kali und Natron ist im Gegensatz zum Kalk eine Anreicherung in Schlämmmehl zu konstatiren und zwar ist die Zunahme seit dem Jahre 1884 als eine fortschreitende, wenn auch nicht bedeutende zu bezeichnen.

Merkwürdiger Weise finden sich Phosphorsäure und Schwefelsäure im Schlämmmehl 1892 fast vollständig in der Menge wieder, wie solche im Jahre 1875 im ursprünglichen Gesteine nachgewiesen worden war.

Der Wassergehalt hat mit der Verwitterungsdauer und dem Zerfalle eine analoge Zunahme nicht erfahren; im letzten Jahre (1892) betrug derselbe 4,02 pCt.

Glimmerschiefer.

Hier hat im Schlämmmehle eine Zunahme der unlöslichen Kieselsäure stattgefunden, während sich die lösliche Kieselsäure dagegen beträchtlich vermindert hat.

Die gefundenen Zahlen für Eisen und Thonerde geben zu besonderen Bemerkungen keinen Anlass; variiren dieselben doch mit den im Jahre 1884 gefundenen nur unwesentlich; dasselbe ist der Fall bei Kalk und den Alkalien, welch' letztere eine, wenn auch nicht allzu beträchtliche Vermehrung gefunden.

Die Alkalien halten sich in allen Stadien fast ziemlich auf gleicher Höhe. In bemerkenswerter Weise hat die Phosphorsäure zugenommen, die von 0,02 pCt. auf 0,14 angewachsen ist.

Im ursprünglichen Gestein ist eine Verminderung, in der Feinerde ebenfalls wie im Schlämmmehl eine Zunahme der Kieselsäure vorhanden; die lösliche Kieselsäure hat im Siebrükstand I etwas, in der Feinerde dagegen eine ganz beträchtliche Abnahme gefunden; Eisen und Thonerdegehalt, der im Siebrückstand I etwas gestiegen ist, hat in den Feinerden abgenommen.

Die Magnesia ist in der Feinerde 1892 so ziemlich verschwunden und ist die im Schlämmmehl und in der Feinerde 1892 gefundene Menge, der im Siebrückstand I nachgewiesenen Menge vollkommen gleich; im Natrum- und Kaliumgehalt ist in allen Verwitterungsprodukten eine stetige Abnahme zu verzeichnen.

Die Phosphorsäure hat auch im Siebrückstand I. sowie in der Feinerde vom Jahre 1892 eine Steigung erfahren; auch findet sich merkwürdiger Weise im Schlämmmehle Schwefelsäure wieder, die im Jahre 1884 vollständig verschwunden war.

Absorption.

Die Versuche über Absorption der Feinerden wurden unter den schon oben gegebenen Bedingungen ausgeführt. Ausser der Salmiaklösung wurden noch Lösungen von Magnesiumsulfat, Kaliumnitrat, Calciumnitrat und phosphorsauren Kali in Betracht gezogen.

Die Bestimmungen wurden nach allgemein bekannten Methoden ausgeführt.

Tabelle IV.

Absorptionstabelle.

Die angegebenen Resultate geben die von 100 gr. Feinerde absorpirte Salzmenge.

	$MgSO_4$-Lösung 24,6 : 1000	KNO_3-Lösung 10,1 : 1000	$Ca(NO_3)_2$-Lösung 8,2 : 1000	NH_4Cl-Lösung 5,35 (1,7 NH_3) : 1000	KH_2PO_4-Lösung 13,6 : 1000
	absorpirte Menge $MgSO_4$	absorpirte Menge KNO_3	absorpirte Menge $Ca(NO_3)_2$	absorpirte Menge NH_3	absorpirte Menge KH_2PO_4
Personatus-sandstein	0,282	0,00602	0,024112	0,00434	0,02300
Jurakalk	0,17	0,0260	0,024588	0,00212	0,1024
Stubensandst.	0,096	0,01890	0,024112	0,00252	0 02432
Glimmerschfr.	0,066	0,01532	0,026990	0,00252	0,04216

Die folgende Tabelle bringt die schon oben erwähnte Uebersicht über die Gesamtmenge der in den atmosphärischen Niederschlägen vom 1. Juni 1875 bis 1. Juni 1880 vorhandenen Bestandteile.

Tabelle V.

	Regenwasser	Personatus-sandstein-wasser	Jurakalk-wasser	Stubensand-steinwasser	Glimmer-schiefer-wasser
NH_4	0,07677*	—	—	—	—
$Al_2O_3Fe_2O_3$	0,02464	0,02246	0,01525	0,027297	0,01325
Ca O	0,41528	1,46846	1,16055	0,797417	0,77244
Mg O	0,06208	0,052634	0,123616	0,087072	0,225545
K_2O	0,3347	0,27855	0,940194	0,7856	0,95962
Na_2O	0,13062	0,4969		0,9905	
SO_3	0,65441	1,16745	0,087434	1,533996	1,23654
N_2O_5	0,21417**	—	—	—	—
Cl	0,13557	—	—	—	—
SiO_2	0,0063	0,1245	0,14775	0,1453	0,187

Auf die einzelnen Jahre verteilen sich die Ammoniak- und Salpetersäuremengen, wie folgt:

	1875—76	1876—77	1877—78	1878—80
* NH_4	0,01711	0,0054	0,00222	0,0524
** N_2O_5	0,01516	0,00561	0,0045	0,1889

wobei daran erinnert wird, dass diese Zahlen die Mengen der Bestandteile (in Gramme ausgedrückt) darstellen, welche in jenen Mengen der atmosphärischen Niederschläge enthalten sind, die auf einen Quadratfuss Oberfläche gefallen waren. Auch muss hier bezüglich der Beschaffenheit der atmosphärischen Niederschläge auf den hohen Schwefelsäuregehalt hingewiesen werden, der uns beweist, welche verhältnissmässig

grosse Mengen von schwefliger Säure durch unsere schwefelkiesreichen Heizmaterialien, vor allem aber auch durch die Hopfen-Darren, welche in der Stadt Erlangen vorhanden sind, der Luft zugeführt werden.

Bei Beurteilung der durch die analytischen Resultate festgestellten Thatsachen zeigt ein Blick auf die Tabelle V, dass in den atmosphärischen Niederschlägen, welche mit dem Gesteine in Berührung waren, eine Zunahme an gelöster Substanz in Vergleich mit dem Regenwasser selbst eingetreten ist und zwar innerhalb fünf Jahren.

I. Beim Personatussandstein von 2,22125 g, welche 1,053189 Calciumoxyd, 0,51304 Schwelelsäure 0,36628 Natron und 0,1182 Kieselsäure enthalten, während Thonerde und Eisenoxyd sowie auch Kali und Magnesia in geringen Mengen vorhanden waren.

II. Vom Jurakalk gingen insgesamt 2,254 g in Lösung. Diese verteilen sich folgender Art: 0,74527 g Calciumoxyd, 0,06108 g Magnesia, 0,474874 g Alkalien, 0,21993 g Schwefelsäure, 0,14145 g Kieselsäure. Nur unbedeutende Mengen von Thonerde, Eisenoxyd wurden weniger als im Regenwasser gefunden.

III. Aus dem Stubensandstein führte das Regenwasser 2,8915 g gelöst aus, darin wurden bestimmt Eisen- und Thonerde 0,002657 g, Calciumoxyd 0,382137 g, Magnesia 0,024992 g, Kali 0,4509 g, Natron 0,84988 g, Schwefelsäure 0,879586 g, Kieselsäure 0,139 g.

IV. Die Wasserrückstände von Glimmerschiefer betrugen 1,68825 g; diese bestehen aus 0,55696 g Kalk, 0,16346 g Magnesia, 0,4943 g Alkalien, 0,58213 g Schwefelsäure und 0,1807 g Kieselsäure mit geringen Mengen von Thonerde und Eisenoxyd.

Meteorologische Uebersicht
über die Temperaturen, Regenmengen etc. in Erlangen
vom 1. Juni 1875 bis 1. Januar 1892.

(Auszug aus dem Berichte der Erlanger Meteorologischen Station.)

Jahre	Mittlere Temperatur		Mittel aus Maximum u. Minimum oC	Absolutes		Summa der Niederschläge pro qm Liter	Zahl der Tage mit Niederschlägen.	Gewitter
	Maximum oC	Minimum oC		Minimum oC	Maximum oC			
1875 v. 1. Juni	—	—	12,9	— 26,00	+38,0	39,76	43	—
1876	—	—	10,8	— 15,00	+36,0	47,98	75	—
1877	—	—	9,0	— 16,00	+31,2	54,494	200	—
1878	14,6	3,37	8,98	— 18,8	+37,2	61,12	199	—
1879	11,81	2,31	7,06	— 28,00	+32,4	78,57	211	16
1880	14,26	4,88	9,57	— 19,00	+31,1	51,58	180	10
1881	12,72	3,45	8,08	— 27,5	+35,5	68,56	190	15
1882	13,07	4,26	8,67	— 14,8	+31,8	96,75	208	17
1883	12,80	3,88	8,34	— 15,0	+31,8	52,84	170	15
1884	13,78	4,15	8,97	— 17,0	+34,6	51,40	147	20
1885	13,54	2,94	8,24	— 18,0	+32,0	67,73	139	17
1886	13,29	3,60	8,45	— 20,0	+32,7	79,22	200	22
1887	11,78	2,47	7,13	— 21,6	+33,3	46,18	163	13
1888	11,55	3,00	7,28	— 26,1	+30,7	64,30	179	14
1889	11,76	3,02	7,39	— 23,5	+32,3	67,93	184	21
1890	12,5	2,4	7,5	— 16,1	+31,7	63,44	147	21
1891	12,5	2,8	7,7	— 27	+34,6	65,26	158	18

Zum Schluss meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Hofrat Professor Dr. Hilger, unter dessen Anleitung vorliegende Arbeit im pharmaceutischen Institute und Laboratorium für angewandte Chemie der Universität Erlangen ausgeführt wurde, für das lebhafte Interesse und die vielfache Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit auch an dieser Stelle meinen besten Dank auszusprechen.